
Prospective technologique pour la Révolution Doublement Verte

Didier Picard

La deuxième révolution verte, ou Révolution Doublement Verte n'existera que si deux séries de conditions sont réunies. Il faudra d'une part que l'on mette l'accent non seulement sur la production, mais aussi sur la conservation et la transformation des produits, et d'autre part que les activités de production et de transformation soient viables, c'est-à-dire économiquement reproductibles et respectueuses de l'environnement.

Cette note traite essentiellement des aspects agronomiques du problème, les autres aspects étant abordés par ailleurs. Elle met volontairement l'accent sur les productions, végétales et animales, et exclut donc la transformation des produits pour laquelle une réflexion de même nature pourrait être conduite. Elle montre que, comme la première révolution verte, la deuxième reposera sur l'obtention de variétés sélectionnées pour exploiter au mieux le potentiel des milieux de culture. Mais ce ne sera pas suffisant. Beaucoup plus que dans le cas de la première révolution verte, qui a été mise en œuvre dans les milieux potentiellement les plus riches, la Révolution Doublement Verte reposera sur la mise au point de systèmes de production capables de valoriser au mieux le potentiel de régions agricoles très variées, en intégrant les parcelles cultivées et les troupeaux dans un aménagement global de l'espace. Elle reposera sur la capacité des agronomes à diagnostiquer les facteurs limitant la production et/ou dégradant le milieu, aussi bien à court qu'à moyen ou long terme, dans les conditions réelles de la production et à proposer des solutions adaptées pour faire face aux défis nouveaux. Ceci ne pourra être obtenu que par un dialogue permanent avec les acteurs tout au long des chaînes de production, de transformation, de commercialisation et de l'aménagement de l'espace.

Ainsi la Révolution Doublement Verte nécessitera aussi bien de nouvelles méthodes et démarches de recherche que de nouvelles technologies pour contribuer au développement des pays de la zone intertropicale dans les trente prochaines années, compte tenu des perspectives démographiques.

De nouvelles démarches pour de nouveaux systèmes de production

La nécessité de conduire des recherches approfondies dans les conditions réelles pour aborder les problèmes de la production et de la transformation des produits agricoles était peu présente dans les préoccupations des chercheurs au cours de la première révolution verte.

La nécessité de les développer est apparue après le constat que, les problèmes à résoudre étant complexes, les recherches en milieu partiellement contrôlé n'apportent qu'une partie des éléments pour les résoudre. En effet, l'environnement des stations expérimentales de recherche (climat, sol) n'est représentatif que d'une faible partie de l'environnement d'une région ; les traitements expérimentaux eux-mêmes ne correspondent qu'à une partie des systèmes de culture ou d'élevage pratiqués ; les techniques culturales sont mises en œuvre dans des conditions optimales, ce qui est rarement le cas dans les exploitations agricoles ; enfin le contexte économique est rarement pris en compte. Dans les milieux présentant des contraintes, les plantes cultivées, les animaux subissent de nombreux stress. Pour arriver à les lever dans des conditions économiquement rentables et respectueuses de l'environnement, il faut recourir à des méthodes de diagnostic précis et à des solutions adaptées, qui ne peuvent être étudiées que dans le contexte des conditions réelles de production.

En raison de la complexité des problèmes et de la multiplicité des solutions possibles en fonction des exploitations agricoles et de leur environnement, les conseils aux agriculteurs ne doivent pas être normatifs, mais orientés vers une aide à la décision des producteurs et plus généralement des acteurs qui interviennent tout au long des filières de produits. Plusieurs catégories de conseils sous forme d'aide à la décision sont possibles, depuis des démonstrations au travers de programmes de recherche participative, jusqu'à l'utilisation de programmes de simulation sur ordinateur. L'objectif reste le même : laisser aux acteurs le choix des décisions en fonction des projets qu'ils ont et de leur environnement.

Le développement de ces recherches en conditions réelles et de ces méthodes de transfert des connaissances repose en partie, mais en partie seulement, sur l'essor des biotechnologies, le développement de l'instrumentation pour le diagnostic et l'expérimentation et enfin sur la modélisation, dont les progrès récents sont liés à ceux de l'informatique.

Des systèmes de production mieux insérés dans leur environnement

La première révolution verte s'est traduite par une forte artificialisation des milieux cultivés avec, souvent, des conséquences néfastes pour l'environnement.

Il faut désormais aller à des aménagements intégrés qui permettent une gestion rationnelle de l'ensemble des ressources renouvelables, et tiennent compte des objectifs des agriculteurs et des éleveurs (en fonction de l'environnement de l'unité de production, en particulier de son environnement économique, du projet qu'ont le responsable de cette unité et sa famille).

Les technologies susceptibles d'apporter des éléments nouveaux dans ce domaine sont très variables.

Les nouveaux outils de la télédétection et des systèmes d'information géographique offrent des perspectives très intéressantes pour mieux comprendre les phénomènes de migration des populations rurales, les règles d'occupation et de gestion de l'espace, les ressources disponibles en matière de bois, de pâturage, etc, et déboucher sur des instruments d'aide à la décision.

Pour le développement de l'élevage, en Afrique sahélienne, il y a plus à attendre des méthodes permettant d'identifier les ressources globalement disponibles, de connaître les systèmes fonciers, voire l'organisation sociale des éleveurs, leur place dans les sociétés d'agriculteurs, que des méthodes de caractérisation fine des performances individuelles des animaux.

En matière de lutte intégrée contre les parasites des animaux ou des cultures, les tests susceptibles de caractériser finement les populations et leur pouvoir pathogène donne un intérêt renouvelé aux études d'épidémiologie et permettent de mieux caractériser les dynamiques de populations et les échanges entre les milieux naturels et les cultures ou les troupeaux d'animaux domestiques. Ces travaux sont indispensables pour arriver à une lutte intégrée efficace. Cela est d'autant plus vrai quand apparaissent des formes résistantes aux produits de traitement.

De nouvelles technologies pour la conduite des systèmes de culture

Pour les raisons indiquées au paragraphe précédent, les nouveaux itinéraires techniques proposés par les agronomes aux agriculteurs sont de plus en plus diversifiés. Ils reposent sur un certain nombre de règles, elles-mêmes en relation avec la nécessité d'une viabilité des systèmes de cultures.

Pour les établir, les agronomes partent des décisions qu'ont à prendre les agriculteurs et des alternatives qui leurs sont offertes. Une fois qu'il a adopté un système de production, l'agriculteur doit choisir des systèmes de culture et des techniques culturales : rotation, choix des variétés, techniques culturales pour la préparation du sol, semis, etc. Dans ce domaine il faut raisonner en termes d'itinéraires techniques et non technique culturale par technique culturale, en fonction des objectifs de l'agriculteur (par exemple les rendements visés pour chaque culture).

En matière de travail du sol, les recherches portent sur la mise au point de techniques qui permettent de s'opposer efficacement à l'érosion, et de créer puis de maintenir un état favorable à la structure du sol.

En zone tropicale humide, dans les régions où l'eau n'est pas un facteur limitant les rendements (ou ne l'est que très rarement), mais où le risque d'érosion est très fort, le souci de développer des systèmes de culture limitant le plus possible l'érosion conduit à cultiver des peuplements mixtes, aussi bien en culture manuelle qu'en culture mécanisée, associant les cultures pour la production à une plante de couverture du sol et au zéro-labour dès lors qu'un état physique favorable a pu être obtenu. Des instruments de semis sont étudiés pour faire du semis direct sur des sols recouverts d'une couverture végétale vivante ou morte.

Dans le domaine de la fertilisation, les règles de base sont de limiter au maximum les apports et donc toutes les pertes autres que les exportations par les récoltes, en particulier celles par lixiviation hors de la zone prospectée par les racines. En matière de technologie des engrais, de nombreuses possibilités s'offrent (phosphates partiellement solubilisés, azote retard).

Le raisonnement au niveau des itinéraires techniques vise également à exploiter au mieux les sous-produits des récoltes.

Les produits phytosanitaires auront encore un rôle important à jouer pour la lutte contre les adventices, ainsi que pour la protection des cultures et celle des récoltes. D'importants progrès peuvent être faits pour rendre leur utilisation moins coûteuse et moins risquée pour l'environnement. La gamme des produits et des méthodes de lutte s'ouvre largement. La principale limitation reste le coût élevé des produits nouveaux plus respectueux de l'environnement et de la santé des utilisateurs. Toutes les méthodes d'avertissement et d'évaluation des seuils d'intervention doivent être développées pour limiter l'utilisation des produits phytosanitaires aux seuls traitements nécessaires.

La mise au point et le perfectionnement des techniques d'avertissement agricoles ont permis une réduction drastique du nombre de traitements fongicides contre les cercosporioses du bananier. Par comparaison aux stratégies de traitement systématiques dans certains pays d'Amérique centrale, le nombre d'applications a pu être réduit de 25 à 6 pour la maladie de Sigatoka (cercosporiose jaune) et de 45 à 16 pour la maladie des raies noires (cercosporiose noire).

De nombreux travaux accompagnent les recherches sur les pesticides. Ils concernent en particulier les populations d'insectes ou de parasites contournant les résistances naturelles ou induites, de façon à éviter une apparition trop rapide de ces contournements, pour accroître l'efficacité des produits.

De la même manière, les vaccins et produits de traitement pour animaux évoluent rapidement. Les biotechnologies y contribuent efficacement.

Dans le cas de la maladie de Newcastle qui frappe les volailles, les recherches se focalisent sur l'obtention d'un vaccin buvable, thermostable aux températures de la zone inter-tropicale et facile à conserver.

De nouvelles variétés, des animaux mieux adaptés

Dans le domaine végétal, les efforts de recherche en matière de génétique et de sélection variétale ont principalement porté sur les espèces de grande culture, moins sur les espèces cultivées d'intérêt local, celles des forêts et des pâturages naturels.

L'obtention de rendements plus élevés et plus stables reste une priorité, comme la résistance aux parasites et maladies. Les connaissances acquises récemment sur la structure génétique des populations de parasites et sur les mécanismes de variabilité de la pathogénie permettent de mieux raisonner l'utilisation de gènes de résistance, mieux caractérisés par les approches moléculaires. L'aptitude à résister aux stress, ou bien la qualité des produits, occupent une place croissante dans les préoccupations.

L'analyse sur une longue durée des progrès obtenus montre qu'ils résultent parfois d'avancées par sauts pour des caractères majeurs (les variétés demi-naines de riz) mais plus généralement d'une amélioration continue pour un ensemble de caractères (variétés de riz adaptées à diverses conditions d'alimentation hydrique et pourvues de résistances durables à des maladies comme la pyriculariose).

Récemment, les avancées des biotechnologies ont contribué au renouvellement des méthodes de sélection et à l'accélération des progrès. Les innovations à venir reposent en grande partie sur la cartographie du génome, sur la sélection assistée par marqueur, sur la multiplication végétative par culture *in vitro*, la transformation génétique. L'utilisation de plantes transgéniques auxquelles on incorpore un gène de résistance s'impose lorsque, pour lutter contre un parasite ou une maladie, aucune résistance naturelle n'est disponible.

Pour les bananiers cultivés polyploïdes (di-, tri- et tétraploïdes), hybrides naturels de deux espèces de Musa, acuminata et balbisiana, la résistance aux maladies est un problème critique. Pendant longtemps, du fait des caractéristiques génétiques de cette espèce, la sélection de variétés résistantes a constitué un problème quasi insoluble et de nombreux programmes menés avec cet objectif n'ont pas abouti. La connaissance acquise récemment sur le génome de la plante permet désormais tous les espoirs : par amélioration de variétés diploïdes, et après doublement à la colchicine, recroisement avec un autre diploïde pour redonner des hybrides triploïdes. En 1994, les premières variétés hybrides triploïdes résistantes aux cercosporioses obtenues par le CIRAD ont été créées. Elles sont en cours de validation. Très prochainement, de nouvelles variétés vont pouvoir être obtenues par transformation génétique.

Les espèces de grande culture ne doivent pas être les seules à mobiliser l'attention. Pour une utilisation rationnelle et écologique de l'espace, on aura recours à de plus en plus d'espèces dont la fonction première ne sera pas la production. Elles devront répondre à de multiples objectifs, nécessitant un travail de sélection particulier.

Dans le domaine des productions animales, des progrès sont attendus de l'utilisation des tolérances et résistances naturelles aux maladies et parasites. La connaissance des mécanismes physiologiques impliqués et des gènes à l'origine de ces tolérances et résistances, permet d'envisager d'accroître rapidement les performances des animaux de ce point de vue.

Remerciements : *ce travail doit beaucoup aux chargés de mission par champ disciplinaire du CIRAD, qui ont conduit les réflexions à la base de ce document, MM. Challot, Griffon, Jacquot, Manichon, Matheron, Notteghem, Perrier. Je les remercie très vivement pour leur collaboration déterminante.*

Commentaires et débats

Session présidée par le Dr. Ndiaga Mbaye
Secrétaire exécutif de la CORAF.

Commentaires introductifs

J. PEACOCK : Je voudrais relever plusieurs points de la présentation de Didier Picard. Vous vous souvenez du commentaire de Per Pinstrup-Andersen qui disait que les biotechnologies seraient très utiles pour les populations pauvres. C'est un argument qui est souvent peu considéré. C'est un changement important. Je voudrais signaler deux choses quant à la génétique moderne. D'abord nous parlons plus souvent de plantes que d'animaux. L'avantage de travailler sur les plantes, c'est que le travail des généticiens est directement et immédiatement utile. Le merveilleux paquet technologique qu'on appelle la semence peut être mis directement entre les mains des agriculteurs les plus pauvres et ceux-ci peuvent s'appuyer sur ce changement technique.

Ensuite, les techniques que nous employons sont en train de changer notre connaissance des organismes vivants et ce changement est sans précédent. Cela va aussi amener à définir un droit sans précédent. Un des enjeux est de savoir si nos organismes de recherche, en particulier ceux qui font de la recherche appliquée, pourront évoluer au même rythme que celui auquel la biologie moderne évolue.